



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Методические указания
для выполнения лабораторной работы
«Изучение основных элементов систем
отопления, контрольно-измерительной и
регулирующей арматуры»
по дисциплине

«Отопление»

Авторы
Глазунова Е. К.,
Федоровский В. Г.,
Пирожникова А. П.

Ростов-на-Дону, 2019

Аннотация

Содержит описание лабораторного стенда, включающего основные элементы системы отопления, описание их назначения и принципов работы, указания по определению технических характеристик установки.

Практикум предназначен для студентов очной, заочной форм обучения направления 08.03.01 Строительство

Авторы

К.Т.Н., доцент кафедры
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Глазунова Е.К.,
ст. преподаватель кафедры
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Федоровский В.Г.,
ст. преподаватель кафедры
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Пирожникова А.П.



Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Введение | 4 |
| Описание лабораторного стенда | 4 |
| Порядок выполнения работы | 18 |
| Список литературы | 19 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схема лабораторного стенда | 20 |

ВВЕДЕНИЕ

Целью работы является ознакомление со схемой лабораторного стенда, включающего основные элементы систем отопления, изучение их назначения и принципов работы, ознакомление с работой однотрубных и двухтрубных систем отопления, а также экспериментальное определение технических характеристик установки и возможностей изменения конфигурации системы в зависимости от постановки задачи лабораторной работы. Знакомясь на стенде и по каталогам [2, 3, 4, 5] с арматурой индивидуального регулирования (автоматические радиаторные терморегуляторы), устройствами управления гидравлическими режимами однотрубной и двухтрубной системы отопления (балансировочные клапаны) и др., студенты должны понять принципы работы устройств, их достоинства и недостатки, область применения.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Система отопления – совокупность конструктивных элементов со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи теплоты в обогреваемые помещения здания [1]. Лабораторная установка (приложение 1) представляет собой действующую систему отопления и включает все основные элементы систем отопления: генератор тепла, трубопроводы, отопительные приборы, циркуляционный насос, запорно-регулирующую и контрольно-измерительную арматуру.

Генератором теплоты (поз.1) является электрический емкостный водонагреватель мощностью 400 Вт.

Разводка трубопроводов нижняя, при этом можно обеспечить попутное движение теплоносителя, для чего следует открыть шаровый кран поз. 54 и закрыть кран поз.53, или тупиковое, для чего необходимо открыть кран поз. 53 и закрыть кран поз. 54. Схема соединения труб с отопительными приборами двухтрубная (стояки 1, 2) и однотрубная со смещенными замыкающими участками (стояки 3, 4).

Двухтрубная ветвь

Отопление

В качестве отопительных приборов в двухтрубной ветви установлены радиаторы панельные VOGEL&NOOT-PROFIL (поз.4, 5, 6,7), изготовленные из холоднокатаной стали ($h=300$ мм; $l=520$ мм).

На подающих подводках перед радиаторами VOGEL&NOOT-PROFIL (двухтрубная ветвь) установлены радиаторные терморегуляторы RTD-N (поз. 12,13,14,15), которые предназначены для двухтрубных насосных систем отопления. Радиаторные терморегуляторы RTD-N объединяют в себе функцию гидравлического увязывания циркуляционных колец, осуществляемую, чаще всего, встроенным дросселирующим механизмом предварительной настройки. На обратной подводке – запорные радиаторные клапаны с дренажем RLV (поз.62, 63, 64а, 65).

Для гидравлической увязки циркуляционных колец на стояках 1, 2 установлена балансировочная арматура двух типов. Автоматическая – представленная балансировочным клапаном ASV-PV установленным на обратном трубопроводе (поз. 33, 34) с регулирующим клапаном-партнером ASV-I, устанавливаемым на подающей линии (поз. 20, 21), и ручная в виде ручного балансировочного клапана MSV-BD (поз. 35, 36).

Однотрубная ветвь

В качестве отопительных приборов в однотрубной ветви установлены радиаторы биметаллические секционные РБС «Сантехпром-БМ» – РБС 300, количество секций 6 (поз. 8, 9, 10, 11) .

На подающей подводке к радиаторам РБС «Сантехпром-БМ» (однотрубная ветвь) радиаторные терморегуляторы RTD-G, которые предназначены для однотрубных насосных систем отопления и двухтрубных гравитационных систем. Они обладают повышенной пропускной способностью. На обратной подводке – шаровые краны (поз. 58, 59, 60, 64).

На замыкающих участках ручные балансировочные клапаны типа USV-I (поз. 24, 25, 27, 28) предназначены для изменения сопротивления замыкающего участка и для имитации стояков однотрубной проточной системы отопления.

Отопление

Для гидравлической увязки циркуляционных колец на стояках 3, 4 по аналогии с двухтрубной ветвью установлена балансировочная арматура двух типов. Автоматическая – представленная балансировочным клапаном АВ-QM установленном на обратном трубопроводе (поз. 40, 41) и ручная в виде ручного балансировочного клапана MSV-BD (поз. 37, 39).

Циркуляцию теплоносителя в системе обеспечивает трехскоростной циркуляционный насос (поз.2), позволяющий изменять расход теплоносителя. Для вмещения дополнительного объема воды, образующегося при ее нагревании, установлен расширительный бак мембранного типа (поз. 3). Из контрольно-измерительных приборов на стенде установлены ультразвуковые теплосчетчики SonoSafe (поз. 42, 43, 44, 45, 46) с датчиками (поз. 42а, 43а, 44а, 45а, 46а) для снятия показаний расхода по стоякам и в системе в целом, а также определения температур теплоносителя и манометры (70, 71, 72, 73, 74).

Для отключения отдельных элементов системы и изменения конфигурации системы в зависимости от постановки задачи лабораторного эксперимента установлены шаровые краны.

Увеличение теплосъема с отопительных приборов производится с помощью вентиляторов с регулируемой скоростью вращения.

Балансировочные клапаны

Перерасход теплоносителя в отдельных частях системы отопления приводит к недостаточному расходу в других частях системы, к шумам на регулирующих термостатических клапанах. По опыту известно, что повышение температуры в помещении на 1 °С приводит к перерасходу тепла (энергии) на 6 - 10 %. В соответствии с современными технологиями для гидравлической увязки циркуляционных колец и стабилизации динамических режимов ее работы используют балансировочные клапаны [3], в которых формируют необходимые гидравлические сопротивления и, тем самым, обеспечивают расчётный расход теплоносителя. По сравнению с дросселирующими шайбами, применявшимися ранее, балансировочные клапаны имеют следующие преимущества:

Отопление

– балансировочный клапан можно использовать как запирающий для прекращения подачи теплоносителя в стояк;

– в процессе эксплуатации возможно изменение гидравлической перенастройки клапана в связи с изменениями гидравлического сопротивления в системе отопления, например, вследствие изменений проходного сечения стальных труб с течением времени, сдачей в эксплуатацию помещений следующей очереди (поэтапная сдача в эксплуатацию) и т.п.;

– непоставимо меньшая вероятность засора и возможность ликвидации его без длительной остановки системы и с меньшим объёмом монтажно-наладочных работ.

С помощью балансировочных клапанов осуществляется управление гидравлическими режимами работы системы отопления. Они устанавливаются на стояках или горизонтальных ветвях системы. Эти клапаны обеспечивают расчетное потокораспределение по отдельным частям системы отопления вне зависимости от колебаний давлений в распределительных трубопроводах, а также работу радиаторных терморегуляторов в оптимальном режиме и исключают возможность шумообразования.

Балансировочные клапаны подразделяются на:

– автоматические, поддерживающие постоянный перепад давлений в стояках двухтрубных систем отопления или постоянный расход в стояках однетрубных систем;

– ручные, которые используются вместо регулировочных диафрагм.

Автоматические балансировочные клапаны бывают трех видов:

– регуляторы перепада давлений для двухтрубных систем отопления;

– регуляторы постоянства расхода для однетрубных систем;

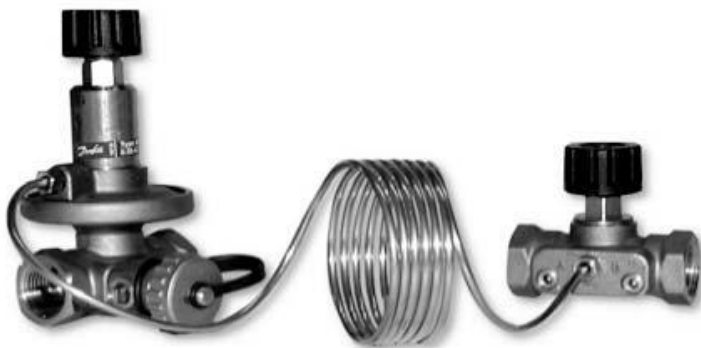
– комбинированный балансировочный клапан, который сочетает в себе эти 2 функции.

Ниже приводится описание автоматических балансировочных клапанов серии ASV (Данфосс), установленных на лабораторном стенде.

Автоматические балансировочные клапаны серии ASV — регуляторы постоянства перепада давлений, предназначенные для гидравлической балансировки трубопроводных систем тепло- и холодоснабжения при переменных расходах проходящей через них среды в диапазоне от 0 до 100 %.

Регулятор перепада давления комплектуют клапаном-спутником (клапаном-партнером). Этот клапан может быть запорным (с обозначением "М") либо регулирующим (с обозначением "Г"). Сообщены они между собой капиллярной трубкой длиной 1,5 м либо 5 м. Отбор импульса давления у регулирующего клапана осуществляется до него, а у запорного — после него.

Общий вид регуляторов перепада давления показан на рисунках 1, 2.



Регулятор ASV-PV

Импульсная
трубка

Клапан-партнер ASV-M
(запорный)

Рисунок 1 – Общий вид ASV-PV+ASV-M и ASV-PV Plus+ASV-M



Регулятор ASV-PV
ASV-I

Импульсная
трубка

Клапан-партнер
(регулирующий)

Рисунок 2 – общий вид ASV-PV+ASV-I и ASV-PV Plus+ASV-I

Устройство автоматического регулятора перепада давления ASV-PV представлено на рисунке 3. Рассмотренный регулятор относят к классу регуляторов прямого действия, т. е. к таким, у которых воздействие измерительного элемента на регулирующий элемент осуществляется непосредственно без применения дополнительного источника энергии.

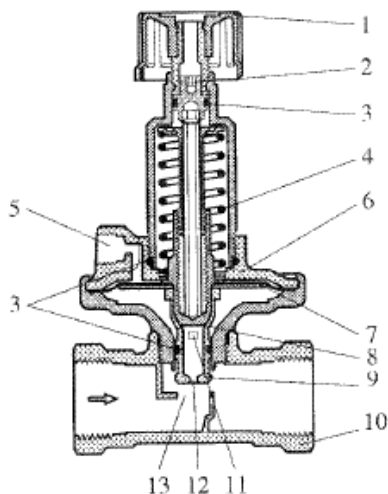


Рисунок 3 – Устройство автоматического регулятора перепада давления

Отопление

ASV-PV:

1 – запорная рукоятка; 2 – шпindelь настройки перепада давления;

3 – уплотнительное кольцо; 4 – пружина настройки; 5 – входное отверстие в пространство **над** диафрагмой (подключение импульсной трубки);

6 – мембранная коробка; 7 – мембрана (диафрагма); 8 – шток; 9 – затвор клапана; 10 – корпус; 11 – входное отверстие в пространство **под** диафрагмой; 12 – отверстие отбора импульса давления под диафрагму; 13 – регулирующее отверстие.

Измерительным элементом регулятора является диафрагма (мембрана) 7. Она воспринимает импульсы давления с обеих сторон и сопоставляет разницу этих давлений с заданной величиной. При наличии рассогласования активация диафрагмы передается на шток 8 и перемещает затвор клапана 9 относительно регулирующего отверстия 13. Импульс давления попадает в пространство мембранной коробки 6 над диафрагмой через входное отверстие 5 из капиллярной трубки. В трубку он попадает через отверстие в корпусе клапана-спутника. Импульс давления под диафрагму отбирается через отверстие 12 в затворе клапана 9 и проходит через отверстия 11 в полой штоке 8. Задают автоматически поддерживаемый перепад давления сжатием пружины настройки 4. Для этого вращают шпindelь настройки 2. Каждому числу оборотов шпинделя соответствует автоматически поддерживаемый перепад давления на регулируемом участке. У регуляторов ASV-P шпindelь настройки пружины отсутствует, а сила упругости пружины установлена пропорционально воздействию 10 кПа. Перекрытие потока теплоносителя вручную осуществляется вращением запорной рукоятки 1 по часовой стрелке до упора. В рабочем положении рукоятка 1 должна быть повернута против часовой стрелки до упора. Вращение рукоятки в любую сторону не изменяет настройку клапана, т. к. установку настроечного шпинделя 2 осуществляют торцевым ключиком через центральное отверстие в рукоятке.

Балансировочные клапаны серии ASV могут выполнять не-

сколько функций:

- поддерживать постоянный перепад давлений;
- ограничивать расход;
- перекрывать трубопровод;
- сливать из него теплоноситель;
- обеспечивать процесс измерения расхода, перепада давлений и температуры с помощью специальных приборов

Ручные балансировочные клапаны типа MSV-BD предназначены для гидравлической увязки трубопроводных систем с целью обеспечения в них расчетного потокораспределения. Клапаны позволяют менять и фиксировать их пропускную способность, имеют удобный индикатор настройки. Клапаны ручные балансировочные типа MSV-BD имеют функцию быстрого перекрытия потока и могут одновременно использоваться в качестве запорной арматуры.

Клапаны балансировочные оснащены игольчатыми измерительными ниппелями и дренажным краном. Слив возможен с обеих сторон от клапана.



Рисунок 4 – Клапан ручной балансировочный клапан статический MSV-BD

Ручные балансировочные клапаны типа USV-I предназначены для гидравлической балансировки систем отопления и охлаждения с постоянным гидравлическим режимом.



Рисунок 5 – Ручной балансировочный клапан USV-I

USV-I сочетает в себе функции клапана переменного гидравлического сопротивления, перенастраиваемого вручную, и запорного клапана.

Клапан USV-I предназначен для установки на подающем трубопроводе.

Особенности:

- Объединяет функции балансировочного, запорного и дренажного клапанов.
- Компактная конструкция клапана.
- Предусмотрена возможность замера перепада давлений (расхода) на клапане.
- Запорная функция реализуется быстро и легко без изменения настройки.
- Клапан оснащен встроенным дренажным краном.
- Дренажный кран защищен от загрязнения металлическим колпачком.

- Конструкция клапана позволяет применить теплоизоляцию (специальные теплоизоляционные скорлупы), сохраняя доступ к настраиваемой рукоятке и дренажному крану.

Автоматические радиаторные терморегуляторы (сокращенно термостаты) [2] автоматически поддерживают заданную температуру воздуха в помещении путем количественного регулирования теплоносителя, поступающего в отопительный прибор.

Конструктивно радиаторный терморегулятор состоит из регулирующего клапана (термостатический клапан) и привода (термостатической головки).

В большинстве случаев приводом служит автоматический термостатический элемент прямого действия, работающий без подвода дополнительной энергии за счет расширения рабочего вещества при изменении температуры воздуха в помещении. Рабочее вещество заключено в сильфон, соединенный штоком с золотником клапана.

Клапаны радиаторных терморегуляторов серии RTD, установленные на лабораторном стенде, подразделяются на два типа:

– **RTD-N** для **двухтрубных** насосных систем отопления (рисунок 6). Они объединяют в себе функцию гидравлического увязывания циркуляционных колец, осуществляемую, чаще всего, встроенным дроселирующим механизмом предварительной настройки. Настройку определяют на стадии проектирования и устанавливают при монтаже системы отопления.

– **RTD-G** для **однотрубных** насосных и двухтрубных гравитационных систем. Они обладают повышенной пропускной способностью (рисунок 7).

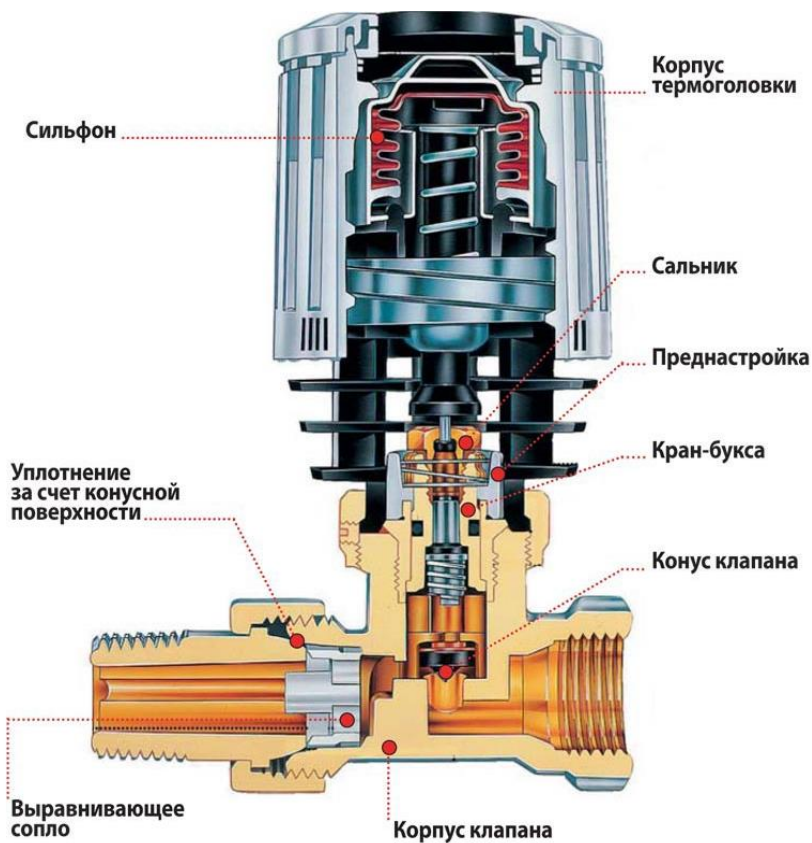
Клапаны первого и второго типов поставляют с колпачками (на месте термостатической головки) разного цвета. Клапаны «Данфосс», отнесенные к первому типу — **RTD-G** с колпачками **серого** цвета, второго типа — **RTD-N** с колпачками **красного** цвета.

Колпачки предназначены для защиты штока от повреждений и загрязнения. Их используют при пусковых испытаниях си-

Отопление

стемы отопления.

Их используют при пусковых испытаниях системы отопления.



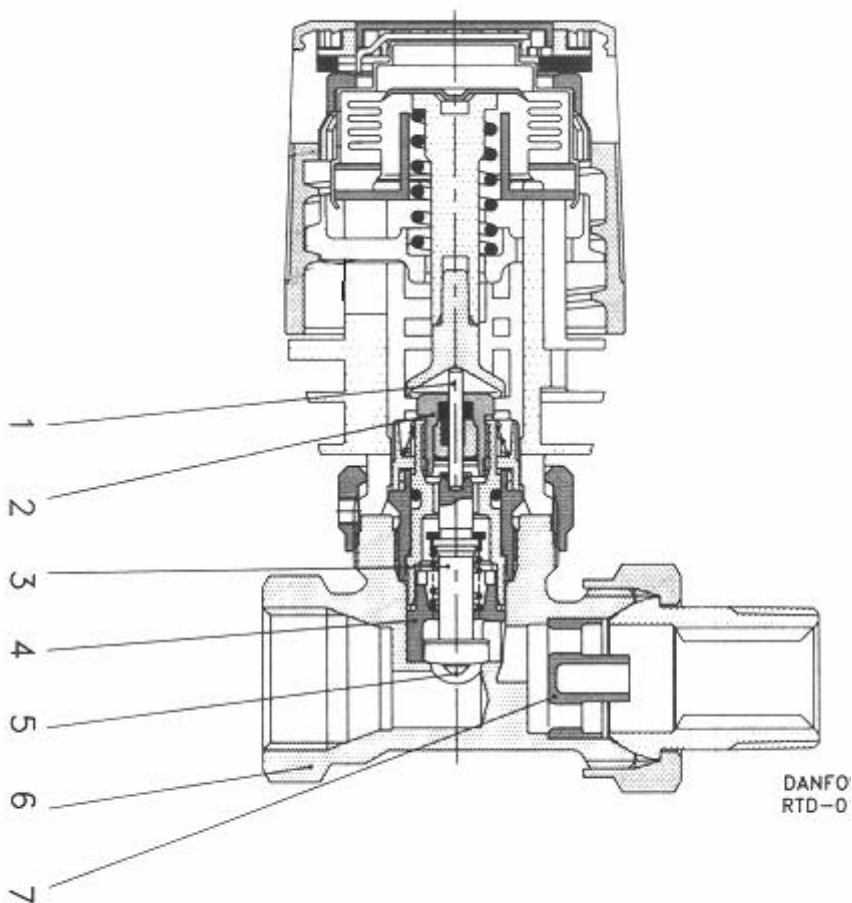


Рисунок 6 – Терморегулятор RTD-N для двухтрубной системы
 1 - нажимной штифт; 2 - сальник; 3 - шток; 4 - дросселирующий цилиндр;

5 - конус клапана; 6 - корпус клапана; 7 - сопло.

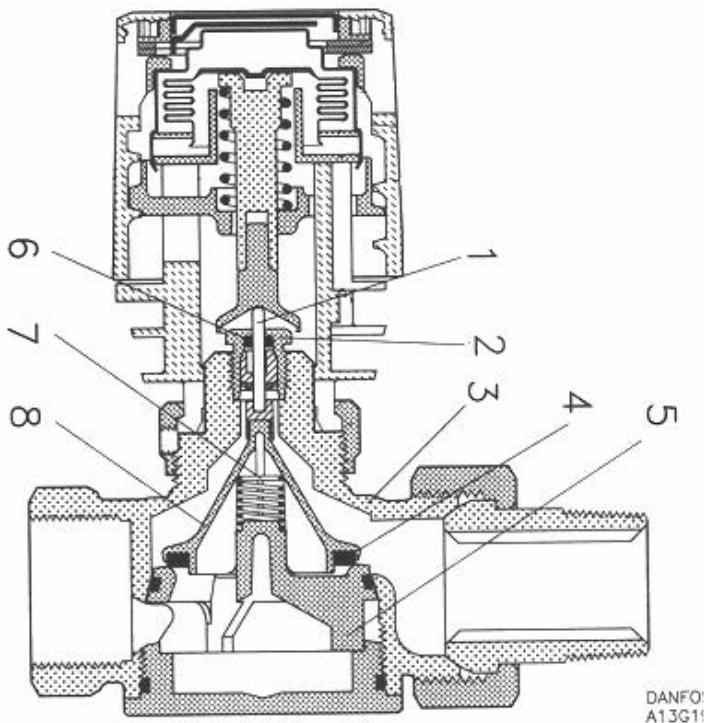


Рисунок 7 – Терморегулятор RTD-G для однотрубной системы
 1 - нажимной штифт; 2 - сальник; 3 - корпус клапана; 4 - уплотнение конуса;
 5 - седло; 6 - кольцевое уплотнение; 7 - возвратная пружина; 8 - конус клапана.

Основным устройством термостатического элемента является сильфон, который обеспечивает пропорциональное регулирование температуры. Датчик термoeлементa воспринимает изменения температуры окружающего воздуха. Сильфон и датчик заполнены легко испаряющейся жидкостью и ее парами. Выверенное давление в сильфоне соответствует температуре его зарядки. Это давление сбалансировано силой сжатой настроечной пружины. При повышении температуры воздуха вокруг датчика часть жидкости испаряется, и давление паров в сильфоне увеличивается. При этом сильфон растягивается, перемещая ко-

нус клапана в сторону закрытия отверстия для протока теплоносителя через отопительный прибор до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между силой пружины и давлением паров. При понижении температуры воздуха пары конденсируются, давление в сильфоне уменьшается, что приводит к его сокращению и перемещению конуса клапана в сторону открытия до положения, при котором вновь установится равновесие системы.

Клапаны запорные типа RLV предназначены для применения, как правило, в двухтрубных насосных системах водяного отопления для отключения отдельного отопительного прибора для его демонтажа или технического обслуживания без опорожнения всей системы.

Шаровые краны [4] предназначены для перекрытия потока перемещаемой по трубопроводам среды или выпуска ее при дренировании трубопроводов. Они, как правило, не могут быть использованы в качестве регулирующих устройств. Шаровые краны состоят из корпуса, из запорного шара со штоком, уплотнений шара, сальникового уплотнения, ручки или ручного редукторного привода из стальных шпилек.

Ультразвуковой теплосчетчик SonoSafe с датчиками [5] предназначен для измерения, обработки и представления текущей и архивной информации о количестве потребленной тепловой энергии, температуре, расходе теплоносителя и сопутствующих данных в системах водяного отопления коммунального хозяйства.

Теплосчетчик может устанавливаться на подающем или обратном трубопроводе при температуре теплоносителя от +5 до +95 °С.

В состав теплосчетчика входят:

- ультразвуковой расходомер;
- тепловычислитель;
- подобранная пара термометров сопротивления Pt 1000.

Принцип действия теплосчетчика заключается в измерении расхода и температур теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах закрытых систем теплоснабжения с последующим

определением тепловой энергии, объема и других параметров теплоносителя.

Ультразвуковой расходомер (далее — расходомер) измеряет расход, используя принцип разности времени прохождения ультразвукового сигнала по направлению и против направления потока теплоносителя.

Расходомер, тепловычислитель и два термометра сопротивления объединены в единую конструкцию.

Сигналы от расходомера и термометров сопротивления поступают в тепловычислитель, который определяет расход и температуры теплоносителя, а также вычисляет тепловую энергию и объем теплоносителя.

Трубопроводы на стенде металлополимерные Rehau Stabil. Изготовлены из молекулярно сшитого полиэтилена и имеют внутренний алюминиевый слой (PE-X/AL/PE).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Изучить описательную часть лабораторной работы, представленную в методических указаниях, каталогах и т.д.

2 Определить технические характеристики лабораторной установки, параметры ее работы, для чего:

– ознакомиться со средствами измерения, имеющимися на стенде (поз. 42, 42а, 43, 43а, 44, 44а, 45, 45а, 46, 46а, 48, 70, 71, 72, 73, 74).

– не включая электронагреватель (закрыть кран 50 и 68, открыть 52), определить производительность насоса, и расход теплоносителя в различных элементах системы по счетчикам (поз.42, 43, 44, 45, 46), при различных скоростях вращения насоса (поз.2);

– включить водонагреватель (открыть кран 50 и 68, закрыть 52) и определить, какие температурные режимы на ней можно обеспечить, для чего дождавшись установления стационарного режима, измерить температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе лабораторного стенда с помощью счетчика (поз.46. 46а). Полученные технические характеристики свести в таблицу

Таблица – Характеристика лабораторной установки

| Наименование характеристики | Значение характеристики |
|---|-------------------------|
| 1 | 2 |
| Производительность насоса, м ³ /ч: Скорость 1 Скорость 2 Скорость 3 | |
| 1 | 2 |
| Напор насоса, Па Скорость 1 Скорость 2 Скорость 3 | |
| Температура теплоносителя, °С 1 2 3 | |
| | |

3 По результатам замеров построить характеристику насоса.

4 Оформить отчет о лабораторной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

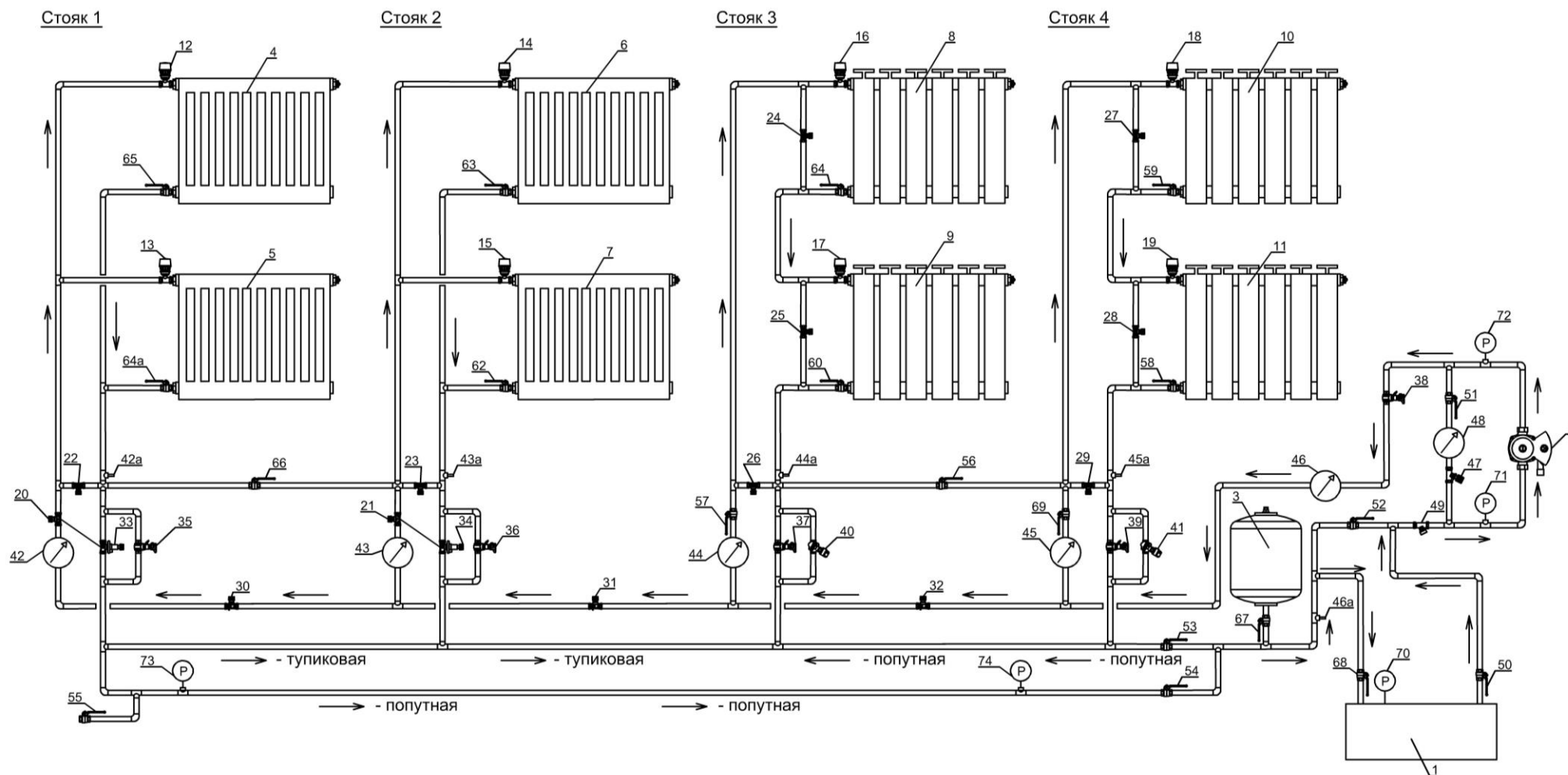
1. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 576 с.

2. Каталог «Радиаторные терморегуляторы и трубопроводная арматура для систем водяного отопления» VD.53.P22.50. М.: ООО «Данфосс», 2017.

3. Каталог «Балансировочные клапаны» RC.08.A20.50. М.: ООО Данфосс, 2016.

4. Каталог «Трубопроводная арматура» RC.16.A19.50 М.:ООО «Данфосс», 2017.

5. Теплосчетчики SonoSelect 10, SonoSafe 10. Техническое описание. RC.08.HM9.50 09/2016. М.: ООО «Данфосс», 2016.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА


- 1**— водонагреватель;
- 2**—циркуляционный насос;
- 3**—расширительный бак;
- 4, 5, 6, 7** — радиаторы панельные VOGEL&NOOT-PROFIL (h=300 мм; l=520 мм.);
- 8, 9, 10, 11** —радиаторы биметаллические 6-секционные РБС «Сантехпром- БМ»- РБС 300;

- 12, 13, 14, 15** – радиаторные терморегуляторы RTD-N;
16, 17, 18, 19 – радиаторные терморегуляторы RTD-G;
20, 21 – клапан-партнер ASV-I (регулирующий), устанавливаемый в комплекте с автоматическим регулятором перепада давления ASV-PV (поз.34,35);
22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 – ручные балансировочные клапаны USV-I;
33, 34 – автоматические балансировочные клапаны ASV-PV, в комплекте клапаном-спутником ASV-I (поз.20,21);
35, 36, 37, 38, 39 – клапан ручной балансировочный статический MSV-BD; **40, 41** – автоматический комбинированный балансировочный клапан AB-QM;
42, 43, 44, 45, 46 – ультразвуковой теплосчетчик SonoSafe с датчиками **42а, 43а, 44а, 45а, 46а**;
47 – клапан-регулятор прямого действия AVDO;
48 – счетчик воды;
49 – фильтр;
50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 67, 68, 69 – шаровые краны;
62, 63, 64а, 65 – запорные радиаторные клапаны с дренажем RLV;
70, 71, 72, 73, 74 – манометры.